

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021454 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 31/02, 27/144, G01R 31/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008665

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2003 (05.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 40 083.0 30. August 2002 (30.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT/AT]; Schloss Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MUELLER, Thomas [DE/AT]; Technikerstr. 3A, A-8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER; Patentanwalts-gesellschaft mbH, Ridlerstrasse 55, 80339 Munich (DE).

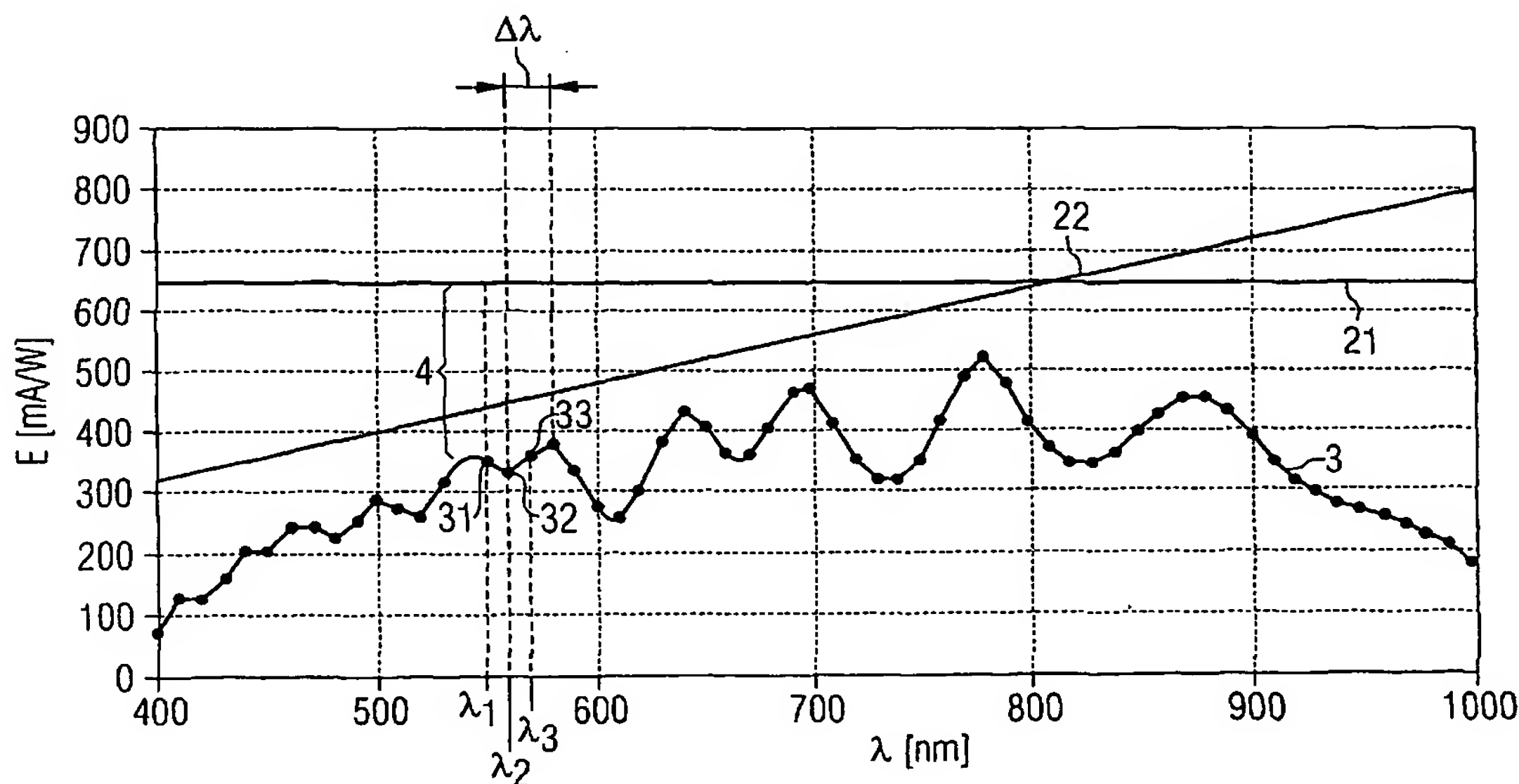
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CALIBRATION OF A PHOTODIODE, SEMICONDUCTOR CHIP AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KALIBRIERUNG EINER FOTODIODE, HALBLEITERCHIP UND BETRIEBSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for adjusting a wavelength-dependent output signal from a light-sensitive integrated circuit (1), whereby the output signal from the integrated circuit is measured at various measured wavelengths (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3). The measured values (31, 32, 33) for each measured wavelength (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) are compared with given set values (21, 22) and correction values (4) calculated from the comparison. Information about the correction values (4) is permanently stored in the integrated circuit (1).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines wellenlängenabhängigen Ausgangssignals eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises (1), wobei die Ausgangssignale des integrierten Schaltkreises bei verschiedenen Mess-Wellenlängen (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) gemessen werden, wobei die Messwerte (31, 32, 33) für jede Mess-Wellenlänge (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) mit vorgegebenen Sollwerten (21, 22) verglichen und aus dem Vergleich Korrekturwerte (4) berechnet werden, und wobei Informationen über die Korrekturwerte (4) dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis (1) gespeichert werden.

Beschreibung

Verfahren zur Kalibrierung einer Fotodiode, Halbleiterchip und Betriebsverfahren

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung einer Fotodiode, wobei die Ausgangssignale der Fotodiode bei verschiedenen Meß-Wellenlängen gemessen werden. Die Erfindung betrifft ferner einen Halbleiterchip mit einer Fotodiode. Die
10 Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zum Betrieb des Halbleiterchips.

Es sind lichtempfindliche integrierte Schaltkreise bekannt, die bei Bestrahlung mit Licht einer bestimmten Wellenlänge
15 ein elektrisches Ausgangssignal, beispielsweise einen elektrischen Strom liefern. Interferenzen an den der Lichtquelle zugewandten Oberflächen des lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises sowie weitere Effekte bewirken, daß das von dem integrierten Schaltkreis erzeugte elektrische Signal stark
20 von der eingestrahlten Lichtwellenlänge abhängt. Dieser Effekt ist bei der genauen Messung von Licht mittels integrierter Schaltkreise unerwünscht.

Um die Wellenlängenabhängigkeit des ausgegebenen Signals zu
25 vermindern, ist es aus der Druckschrift US 4,131,488 bekannt, auf der der Lichtquelle zugewandten Oberfläche des lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises eine Antireflex-Beschichtung aufzubringen. Eine solche Beschichtung hat den Nachteil, daß sie einen zusätzlichen Prozeßschritt bei der
30 Herstellung des Lichtsensors erfordert.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Einstellung des wellenlängenabhängigen Ausgangs-
signals eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises
35 anzugeben, was die Notwendigkeit von Antireflexschichten vermeidet und was eine hohe Flexibilität hinsichtlich der einzu-

stellenden Wellenlängenabhängigkeit des Ausgangssignals aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens, ein Halbleiterchip enthaltend einen lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis sowie ein Verfahren zum Betrieb des Halbleiterchips sind den weiteren Patentansprüchen zu entnehmen.

10 Es wird ein Verfahren zur Einstellung des wellenlängenabhängigen Ausgangssignals eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises angegeben, wobei die Ausgangssignale des integrierten Schaltkreises bei verschiedenen Wellenlängen gemessen werden. Die bei jeder Wellenlänge gemessenen Meßwerte
15 werden mit vorgegebenen Sollwerten verglichen. Dabei gibt es für jede gemessene Wellenlänge einen Sollwert. Durch Vergleich zwischen den Meßwerten und den Sollwerten werden Korrekturwerte berechnet. Informationen über diese Korrekturwerte werden dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis gespeichert.
20 chert.

Indem gemäß dem Verfahren Korrekturwerte beziehungsweise Informationen über Korrekturwerte direkt auf dem integrierten Schaltkreis gespeichert werden und nachfolgend zur Anpassung
25 der Ausgangssignale dienen können, kann auf technologische Maßnahmen auf der Oberfläche des integrierten Schaltkreises zur Eliminierung unerwünschter Wellenlängenabhängigkeiten des Ausgangssignals verzichtet werden.

30 Das Verfahren zur Einstellung des wellenlängenabhängigen Ausgangssignals hat den Vorteil, daß es nicht auf die Eliminierung unerwünschter Signalschwankungen bei unterschiedlicher Wellenlänge beschränkt ist. Vielmehr kann jede beliebige Wellenlängencharakteristik für den lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis eingestellt werden.
35

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein integrierter Schaltkreis verwendet, der Bestandteil eines Halbleitersubstrats ist. Die Einstellung erfolgt mittels einer Prüfkarte für integrierte Schaltkreise.

5

Verfahren zur Prüfung von Halbleiterchips beziehungsweise Verfahren zur Prüfung von Halbleitersubstraten, beispielsweise in Form von Wafern, sind beispielsweise aus der Druckschrift JP 090 45 744 A bekannt, auf deren Offenbarungsgehalt hier ausdrücklich Bezug genommen wird. Derartige Prüfeinrichtungen für Fotodetektoren können zur Ausführung des hier angegebenen Verfahrens vorteilhaft eingesetzt werden. Der erforderliche Aufbau muß nur sehr wenig abgeändert werden, was vorteilhaft ist.

15

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird als Lichtquelle zur Messung der Ausgangssignale eine oder mehrere lichtemittierende Dioden verwendet. Solche LED haben den Vorteil, daß sie bei einer festen Frequenz Licht emittieren und ferner, daß sie ein sehr genau bekanntes Verhalten ihrer optischen Leistungsdichte in Abhängigkeit des an die LED angelegten Stromes aufweisen. LED haben ferner den Vorteil, daß sie leicht und billig herstellbar und somit für das hier angegebene Verfahren vorteilhaft einsetzbar sind.

25

Ferner haben LED den Vorteil, daß sie bei sehr vielen verschiedenen Wellenlängen verfügbar sind.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein integrierter Schaltkreis verwendet, dessen wellenlängenabhängige Empfindlichkeit wellenförmig verläuft. Der kleinste Abstand zwischen zwei gemessenen Wellenlängen wird so gewählt, daß er kleiner ist als jeder Abstand zwischen einem relativen Empfindlichkeitsmaximum und einem relativen Empfindlichkeitsminimum. Somit ist gewährleistet, daß die Bestimmung der Ist-Charakteristik des fotoempfindlichen Bauelements hinreichend genau erfolgt, und daß nicht etwa durch Vorhandensein von re-

lativen Maxima oder Minima zwischen zwei Meßpunkten die lineare Interpolation zwischen den Meßpunkten zu erheblichen Meßfehlern führt.

- 5 In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens wird für die gemessenen Werte mittels Interpolation eine Empfindlichkeitskurve ermittelt, die mit einer Sollkurve verglichen wird. Aus diesem Vergleich wird eine Korrekturkurve berechnet, wobei Informationen über diese Korrekturkurve dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis gespeichert werden.
- 10

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein integrierter Schaltkreis verwendet, der eine oder mehrere Fotodioden umfaßt. Fotodioden können aufgrund ihrer gut bekannten Eigenschaften, insbesondere auch der gut bekannten Abhängigkeit des Ausgangssignals von der optischen Leistungsdichte, die auf das Bauelement eingestrahlt wird, gut für den hier verfolgten Zweck angewendet werden.

15

- 20 Solche Fotodioden erlaubt es nämlich, die Kalibration, also die Einstellung der wellenlängenabhängigen Ausgangssignale mit Leuchtdioden durchzuführen, die nicht alle die gleiche optische Leistungsdichte auf dem lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis liefern. Es genügt vielmehr, wenn für jede Meßfrequenz, also für jede Leuchtdiode die optische Leistungsdichte auf der Oberfläche des lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises bekannt ist. Eine Normierung der gemessenen Signale auf eine einheitliche optische Leistungsdichte kann ohne weiteres mit einfachen Mitteln erfolgen.
- 25

30

In einer Ausführungsform des Verfahrens werden zur Speicherung der Informationen auf dem integrierten Schaltkreis Zener-Dioden verwendet. Es können jedoch auch andere Speichermedien, die eine dauerhafte Speicherung von Informationen erlauben, verwendet werden. Beispielsweise kommen in Frage Sicherungen enthaltend polykristallines Silizium, oder auch sogenanntes "Lasertrimming", wo mittels eines Lasers durch Weg-

35

schmelzen von Widerstandsmaterial Widerstandswerte dauerhaft
geändert werden. Eine andere Möglichkeit, Informationen auf
dem integrierten Schaltkreis zu speichern, besteht in der
Verwendung von EEPROM = "Electrically Erasable Programmable
5 Read Only Memory".

Es wird ferner ein Halbleiterchip angegeben, der einen licht-
empfindlichen integrierten Schaltkreis enthält. Auf dem
lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis ist Information
10 gespeichert zur Korrektur des wellenlängenabhängigen Aus-
gangssignals des integrierten Schaltkreises. Ein solcher
Halbleiterchip hat den Vorteil, daß wellenlängenabhängige op-
tische Messungen durchgeführt werden können, wobei die auf
den Chip gespeicherten Daten es erlauben, die Wellenlängenab-
15 hängigkeit zu eliminieren oder auch in eine vorgegebene Wel-
lenlängenabhängigkeit abzuändern.

In einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist zusätzlich
ein Temperatursensor zur Messung der Temperatur einer exter-
20 nen Lichtquelle vorgesehen, und es sind ferner Korrekturdaten
auf dem Chip gespeichert, die zur Korrektur der temperaturab-
hängigen Wellenlänge der externen Lichtquelle dienen.

Ein solcher Halbleiterchip hat den Vorteil, daß die Messung
25 von Lichtquellen, deren optische Leistungsdichte von der Tem-
peratur abhängig ist, in sehr genauer Art und Weise ermög-
licht wird.

Es wird ferner ein Verfahren zum Betrieb eines Halbleiter-
30 chips angegeben, wobei eine externe Lichtquelle den inte-
grierten Schaltkreis beleuchtet und somit ein Ausgangssignal
erzeugt wird. Es wird während der Messung die Information
über die Wellenlänge der Lichtquelle auf den integrierten
Schaltkreis übertragen. Anhand der übertragenen Wellenlänge
35 und mit Hilfe der auf dem integrierten Schaltkreis gespei-
cherten Information zur Korrektur des wellenlängenabhängigen
Ausgangssignals des integrierten Schaltkreises kann das wel-

lenlängenabhängige Ausgangssignal des integrierten Schaltkreises korrigiert beziehungsweise verändert werden.

5 In einer Ausführungsform des Verfahrens wird durch Verwendung eines geeigneten Halbleiterchips die Temperatur der externen Lichtquelle gemessen. Die auf den Chip übertragene Information über die Wellenlänge der externen Lichtquelle wird mittels der gemessenen Temperatur und den entsprechenden Korrekturdaten, welche ebenfalls auf dem Chip gespeichert sind, korrigiert und sodann für die Korrektur der Wellenlängenabhängigkeit des Ausgangssignals verwendet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

15

Figur 1 zeigt eine Meßanordnung zur Durchführung des angegebenen Verfahrens.

20

Figur 2 zeigt die wellenlängenabhängige Empfindlichkeit eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises beispielhaft in einer schematischen Darstellung.

25

Figur 3 zeigt beispielhaft einen angegebenen Halbleiterchip in einer Draufsicht.

30

Figur 1 zeigt eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens. Es ist ein Halbleitersubstrat 5 vorgesehen, welches einen lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 beinhaltet. Das Halbleitersubstrat 5 kann beispielsweise ein Siliziumwafer sein. Der lichtempfindliche integrierte Schaltkreis 1 kann in einem späteren Herstellungsschritt zu einem Halbleiterchip 8 vereinzelt werden. Über dem Halbleitersubstrat 5 ist eine Prüfkarte 6 für integrierte Schaltkreise angeordnet. Auf der Oberseite der Prüfkarte 6 sind Leuchtdioden 71, 72 montiert. Diese Leuchtdioden 71, 72 bestrahlen den lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge. Dabei unterscheidet sich die Wellenlänge des

35

Lichts, mit dem die Leuchtdiode 71 den lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 beleuchtet von der Wellenlänge des Lichts, mit dem die Leuchtdiode 72 den lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 beleuchtet. Die Leuchtdioden 71, 72 sind mittels Verbindungsleitungen 403, 404 mit einem Testsystem 406 verbunden, welches die Leuchtdioden 71, 72 mit Strom versorgt. Die Prüfkarte 6 ist ihrerseits nochmals selbständig mittels einer oder mehrerer Verbindungsleitungen 405 mit dem Testsystem 406 verbunden. Zur Kontaktierung der Prüfkarte 6 mit dem Halbleitersubstrat 5 sind Prüfnadeln 401, 402 vorgesehen. Diese Prüfnadeln 401, 402 dienen dazu, auf vorgesehenen Kontaktflächen des empfindlichen integrierten Schaltkreises 1 aufzusetzen und entweder den im lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 erzeugten Strom aufzunehmen oder um Daten auf dem lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 zu speichern.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß die Prüfkarte 6 derart ausgestaltet ist, daß die auf der Oberseite der Prüfkarte 6 angeordneten Leuchtdioden 71, 72 den unter der Prüfkarte 6 angeordneten lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1 beleuchten können. Eine solche geeignete Gestaltung der Prüfkarte 6 kann beispielsweise darin bestehen, daß die Prüfkarte 6 an der Beleuchtungsstelle des lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises 1 einen Durchbruch aufweist.

Figur 2 zeigt die mittels der Anordnung aus Figur 1 gemessenen Ausgangssignale einer auf dem lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis befindlichen Fotodiode. Es ist dabei die Empfindlichkeit E der Fotodiode, gemessen in mA pro Watt eingestrahelte optische Leistung aufgetragen über die eingestrahelte Wellenlänge λ , aufgetragen in der Einheit nm. Figur 2 zeigt eine Empfindlichkeitskurve 3, die durch Interpolation aus den mittels der Anordnung von Figur 1 gemessenen wellenlängenabhängigen Empfindlichkeiten der Fotodiode ermittelt werden kann. Es ist darauf hinzuweisen, daß die Kurve 3 für jeden Chip eine etwas andere Form haben kann, abhängig von

den Fertigungstoleranzen, die das Interferenzmuster um bis zu 20 μm verschieben können.

Die Abstände der Meß-Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 sind dabei so gewählt, daß die Abstände, repräsentiert durch Differenzen zwischen zwei Wellenlängen, z. B. $\lambda_2 - \lambda_1$, kleiner sind als die Abstände $\Delta\lambda$ zwischen einem relativen Minimum und einem relativen Maximum der Empfindlichkeitskurve 3.

Es kann aber auch mit Meß-Wellenlängen inter- bzw. extrapoliert werden, deren Abstände größer als $\Delta\lambda$ sind, falls noch zusätzliche Informationen über die Eigenschaften der Empfindlichkeitskurve auf dem Chip speichert und lediglich kleine Änderungen korrigiert.

15

Die somit gemessenen Empfindlichkeiten der Fotodiode können dazu verwendet werden, um in dem Testsystem 406 mit einer gewünschten Soll-Empfindlichkeit verglichen zu werden. In Figur 2 sind verschiedene Sollkurven 21, 22 beispielhaft angegeben.

20

Beispielsweise könnte die Sollkurve 21 verwendet werden, falls es lediglich gewünscht ist, die Oszillationen der Empfindlichkeitskurve 3 zu eliminieren und ein wellenlängenunabhängiges Ausgangssignal der Fotodiode zu erzeugen. In diesem Fall würde für jeden zu einer Meßwellenlänge λ_1 , λ_2 , λ_3 gehö-

25

rigen Meßwert 31, 32, 33 ein Korrekturwert 4 berechnet, der zum Beispiel den Unterschied zwischen dem bei der Wellenlänge λ_1 gemessenen Meßwert 31 und dem bei der Wellenlänge λ_1 angegebenen Wert der Sollkurve 21 repräsentiert. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß der Korrekturwert 4

30

nicht zwingend die einfache Differenz des Wertes der Sollkurve 21 bei der Wellenlänge λ_1 und dem Meßwert 31 bei der Wellenlänge λ_1 darstellt. Der Korrekturwert 4 kann auch einen Korrekturfaktor oder eine kompliziertere Korrekturfunktion repräsentieren.

35

Als weiteres Beispiel ist in Figur 2 die Sollkurve 22 gezeigt, die verwendet wird, wenn die Lichtempfindlichkeit der

Fotodiode mit der Lichtwellenlänge linear anwachsen soll. Die Korrektur kann dabei analog zu der zur Sollkurve 21 beschriebenen Art und Weise erfolgen.

- 5 Die Korrekturwerte 4 werden nach Durchführung der Messung und nach Durchführung des Vergleichs, beispielsweise im Testsystem 406, auf dem lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis gespeichert. Es können aber auch nur Informationen über die Korrekturwerte 4, zum Beispiel in Form einer interpolierten
- 10 Kurve, gespeichert werden.

Figur 3 zeigt beispielhaft einen Halbleiterchip 8, der für das Verfahren gemäß Figur 1 und Figur 2 verwendet werden kann beziehungsweise der ein Endprodukt des Verfahrens darstellt.

- 15 Der Halbleiterchip 8 umfaßt einen lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis 1, welcher seinerseits Fotodioden 91, 92 sowie Zener-Dioden 101, 102 und weitere Schaltkreise 200 umfaßt. Nach Abschließen der Messung, wie in Figur 2 beschrieben, werden Korrekturwerte 4 oder eine ganze Korrekturkurve
- 20 auf dem Halbleiterchip 8 gespeichert. Das Speichern erfolgt mit Hilfe beispielsweise der Zener-Dioden 101, 102, die durch einmaliges Anlegen eines Stromes in ihren elektrischen Eigenschaften dauerhaft verändert werden können.

- 25 Es kann ferner auf dem Halbleiterchip 8 ein Temperatursensor 300 vorgesehen sein, der beispielsweise ein On-Chip-Temperatursensor sein kann, welcher polykristallines Silizium enthält.

- 30 Für den Fall, daß Information über eine ganze Korrekturkurve, also für alle Wellenlängen in einem bestimmten Wellenlängenbereich, auf dem integrierten Schaltkreis gespeichert ist, kann bei jeder beliebigen Wellenlänge in dem Wellenlängenbereich eine Korrektur sowohl hinsichtlich der Empfindlichkeit
- 35 der Fotodiode auf dem Chip als auch hinsichtlich der Temperaturabhängigkeit der Strahlungsquelle, jedoch nur bei bekann-

10

ten Temperaturverhalten der Strahlungsquelle, durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines wellenlängenabhängigen Ausgangssignals eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises (1),
 - wobei die Ausgangssignale des integrierten Schaltkreises (1) bei verschiedenen Meß-Wellenlängen (λ_1 , λ_2 , λ_3) gemessen werden,
 - wobei die Meßwerte (31, 32, 33) mit für jede Meß-Wellenlänge (λ_1 , λ_2 , λ_3) vorgegebenen Sollwerten (21, 22) verglichen und aus dem Vergleich Korrekturwerte (4) berechnet werden,
 - und wobei Informationen über die Korrekturwerte (4) dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis (1) gespeichert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - wobei ein integrierter Schaltkreis (1) verwendet wird, der Bestandteil eines Halbleitersubstrats (5) ist,
 - und wobei die Einstellung mittels einer Prüfkarte (6) für integrierte Schaltkreise erfolgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei als Lichtquelle für jede Meß-Wellenlänge (λ_1 , λ_2 , λ_3) eine lichtemittierende Diode (71, 72) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 - wobei ein integrierter Schaltkreis (1) verwendet wird, dessen wellenlängenabhängige Empfindlichkeit wellenförmig verläuft,
 - und wobei der kleinste Abstand zwischen zwei Meß-Wellenlängen (λ_1 , λ_2 , λ_3) so gewählt wird, daß er kleiner ist als jeder Abstand ($\Delta\lambda$) zwischen einem relativen Empfindlichkeitsmaximum und einem relativen Empfindlichkeitsminimum der wellenlängenabhängigen Empfindlichkeit.
5. Verfahren nach Anspruch 4,

- wobei für die Meßwerte (31, 32, 33) mittels Interpolation eine Empfindlichkeitskurve (3) ermittelt wird, die mit einer Sollkurve (21, 22) verglichen wird, woraus eine Korrekturkurve berechnet wird,

5 - und wobei Informationen über die Korrekturkurve dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis (1) gespeichert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei der integrierte Schaltkreis (1) eine oder mehrere Foto-
10 dioden (91, 92) enthält.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei zur Speicherung von Informationen auf dem integrierten
Schaltkreis (1) Zener-Dioden (101, 102) verwendet werden.

15

8. Halbleiterchip enthaltend einen lichtempfindlichen integrierten Schaltkreis (1), sowie darauf gespeicherten Informationen zur Korrektur der wellenlängenabhängigen Ausgangssignals des integrierten Schaltkreises (1).

20

9. Halbleiterchip nach Anspruch 8,

- enthaltend zusätzlich einen Temperatursensor (300) zur Messung der Temperatur einer externen Lichtquelle,
- sowie Korrekturdaten zur Korrektur der temperaturabhängigen
25 Wellenlänge der externen Lichtquelle.

10. Verfahren zum Betrieb eines Halbleiterchips entsprechend Anspruch 8,

30 - wobei eine externe Lichtquelle den integrierten Schaltkreis (1) beleuchtet und somit ein Ausgangssignal erzeugt wird,
- wobei eine Information über die Wellenlänge der Lichtquelle auf den integrierten Schaltkreis (1) übertragen wird,
- wobei die Information über die Wellenlänge zur Korrektur des wellenlängenabhängigen Ausgangssignals des integrierten
35 Schaltkreises (1) verwendet wird.

11. Verfahren zum Betrieb eines Halbleiterchips entsprechend Anspruch 9,

- wobei eine externe Lichtquelle den integrierten Schaltkreis (1) beleuchtet und somit ein Ausgangssignal erzeugt wird,
- 5 - wobei eine Information über die Wellenlänge der Lichtquelle auf den integrierten Schaltkreis (1) übertragen wird,
- wobei die Temperatur der externen Lichtquelle gemessen wird,
- wobei die Information über die Wellenlänge der Lichtquelle
10 mittels der gemessenen Temperatur und den entsprechenden Korrekturdaten korrigiert wird,
- und wobei das Ausgangssignal mit der korrigierten Wellenlänge der Lichtquelle und entsprechenden Korrekturdaten korrigiert wird.

FIG 1

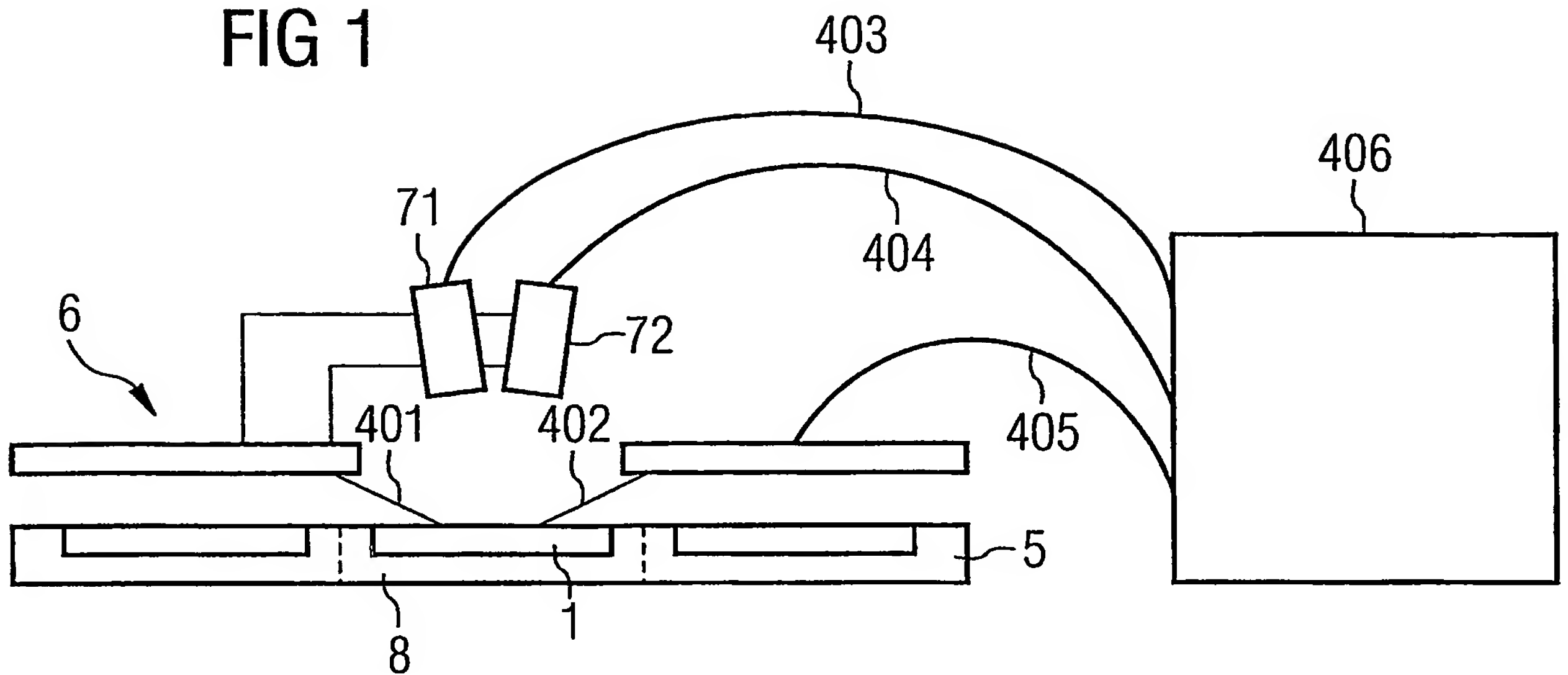
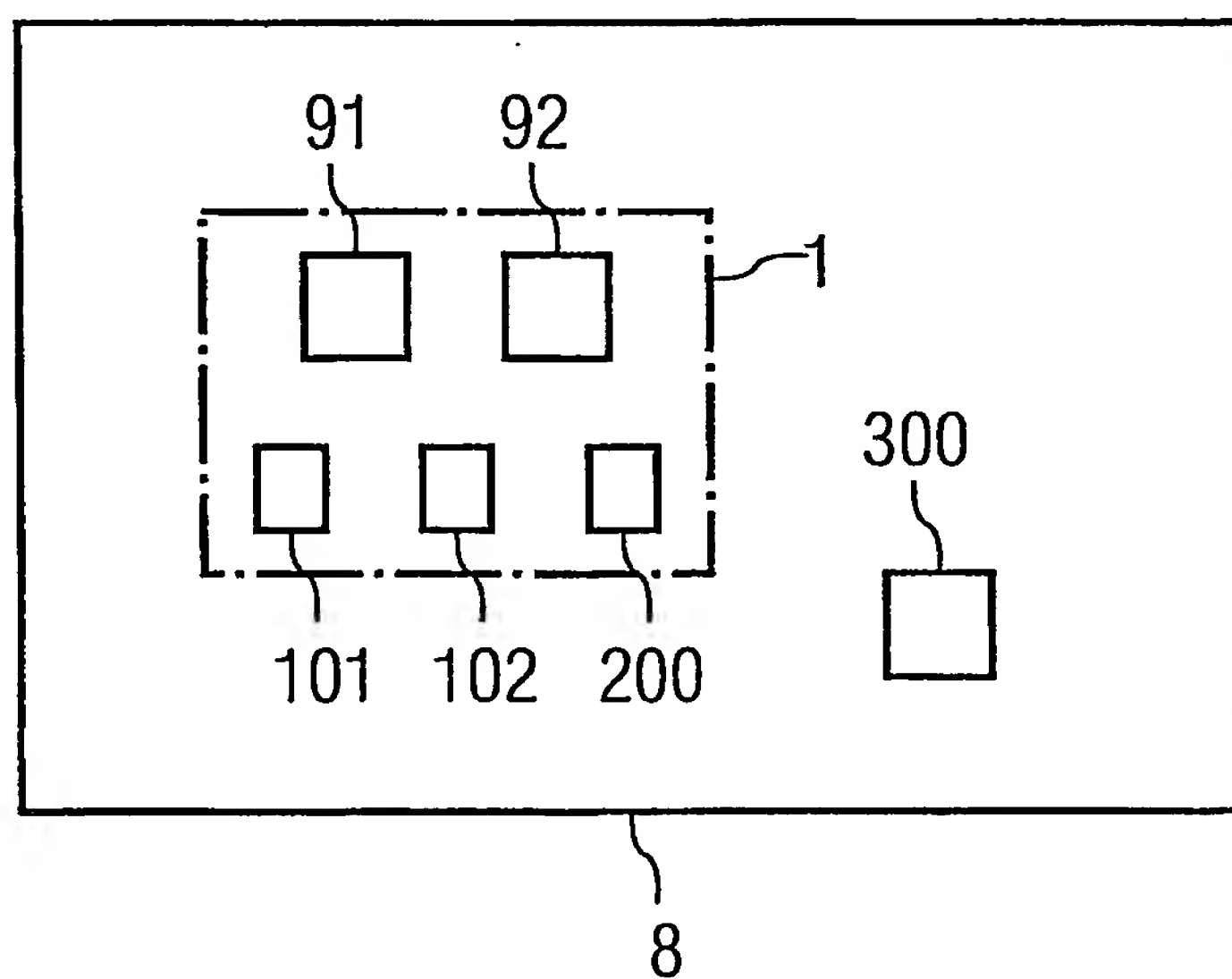
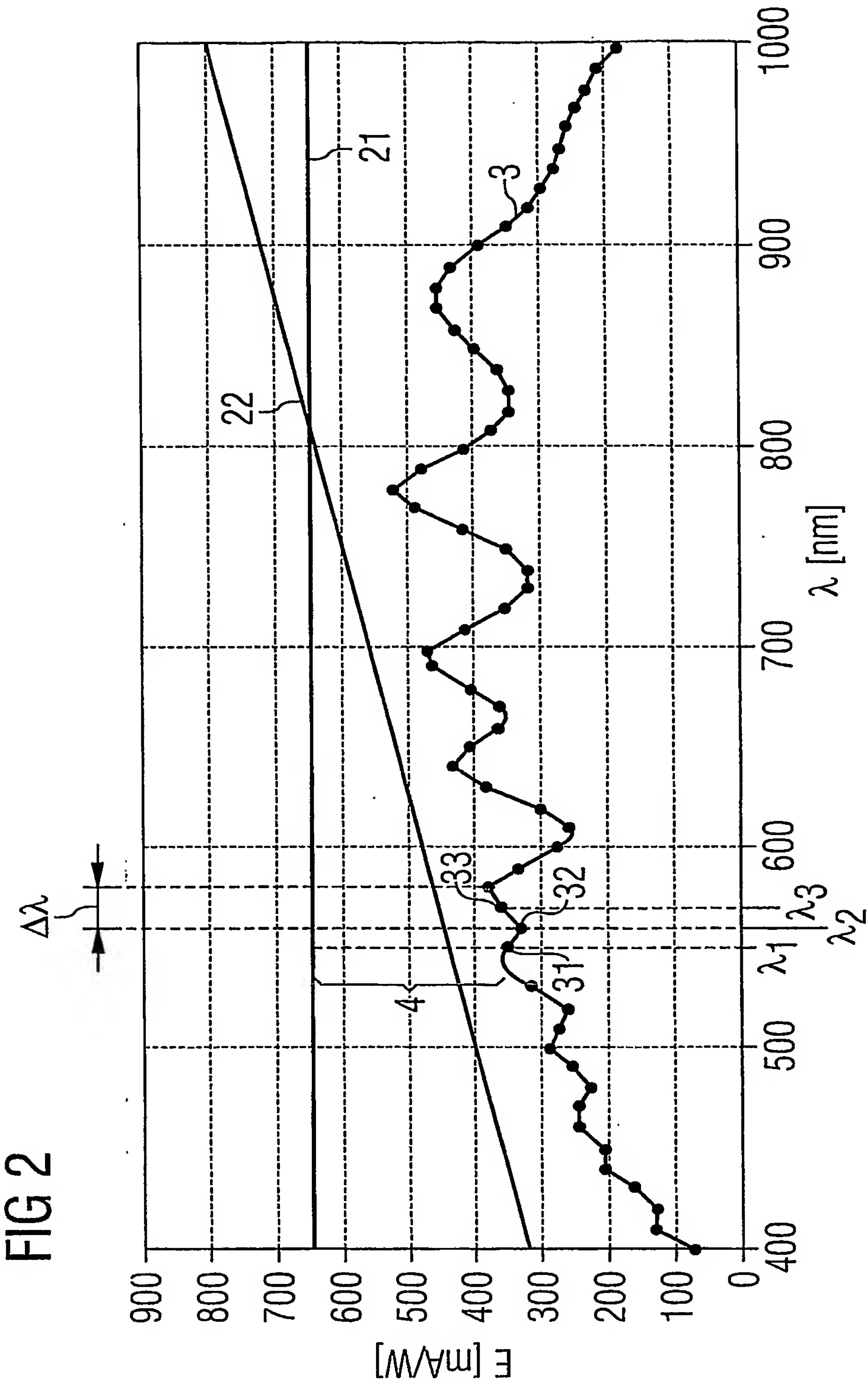


FIG 3





(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021454 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 31/02**,
27/144, G01R 31/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008665

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2003 (05.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 40 083.0 30. August 2002 (30.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT/AT]; Schloss
Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MUELLER, Thomas
[DE/AT]; Technikerstr. 3A, A-8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER; Patentan-
walts-gesellschaft mbH, Ridlerstrasse 55, 80339 Munich
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 24. Februar 2005

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR CALIBRATION OF A PHOTODIODE, SEMICONDUCTOR CHIP AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KALIBRIERUNG EINER FOTODIODE, HALBLEITERCHIP UND BETRIEBSVER-
FAHREN

(57) Abstract: The invention relates to a method for adjusting a wavelength-dependent output signal from a light-sensitive integrated circuit (1), whereby the output signal from the integrated circuit is measured at various measured wavelengths (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3). The measured values (31, 32, 33) for each measured wavelength (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) are compared with given set values (21, 22) and correction values (4) calculated from the comparison. Information about the correction values (4) is permanently stored in the integrated circuit (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines wellenlängenabhängigen Ausgangssignals eines lichtempfindlichen integrierten Schaltkreises (1), wobei die Ausgangssignale des integrierten Schaltkreises bei verschiedenen Mess-Wellenlängen (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) gemessen werden, wobei die Messwerte (31, 32, 33) für jede Mess-Wellenlänge (Lambda 1, Lambda 2, Lambda 3) mit vorgegebenen Sollwerten (21, 22) verglichen und aus dem Vergleich Korrekturwerte (4) berechnet werden, und wobei Informationen über die Korrekturwerte (4) dauerhaft in dem integrierten Schaltkreis (1) gespeichert werden.

WO 2004/021454 A3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/08665

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L31/02 H01L27/144 G01R31/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/86723 A (EYETRONIC S A ; THENARD JEAN MICHEL (FR); TURNAR CHRISTOPHE (FR); AUBR) 15 November 2001 (2001-11-15) page 5, line 19 - line 20 page 6, line 1 - line 2 page 8, line 18 - line 23 -----	1-6, 8, 10
A	WO 97/24728 A (ROLLENDER MATTHEW ; HIRT RAY (US); INTEL CORP (US)) 10 July 1997 (1997-07-10) abstract; figure 1 -----	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2004

Date of mailing of the international search report

08/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Le Meur, M-A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08665

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0186723	A	15-11-2001	AU	5458101 A		20-11-2001
			WO	0186723 A1		15-11-2001
WO 9724728	A	10-07-1997	AU	1689897 A		28-07-1997
			TW	399340 B		21-07-2000
			WO	9724728 A1		10-07-1997
			US	5883830 A		16-03-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/08665

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L31/02 H01L27/144 G01R31/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/86723 A (EYETRONIC S A ; THENARD JEAN MICHEL (FR); TURNAR CHRISTOPHE (FR); AUBR) 15. November 2001 (2001-11-15) Seite 5, Zeile 19 - Zeile 20 Seite 6, Zeile 1 - Zeile 2 Seite 8, Zeile 18 - Zeile 23 -----	1-6, 8, 10
A	WO 97/24728 A (ROLLENDER MATTHEW ; HIRT RAY (US); INTEL CORP (US)) 10. Juli 1997 (1997-07-10) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

30. November 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

08/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Le Meur, M-A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08665

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0186723	A	15-11-2001	AU	5458101 A	20-11-2001
			WO	0186723 A1	15-11-2001
WO 9724728	A	10-07-1997	AU	1689897 A	28-07-1997
			TW	399340 B	21-07-2000
			WO	9724728 A1	10-07-1997
			US	5883830 A	16-03-1999